

マイクロピクセルチャンバーを用いた中性子反射率イメージング

Neutron reflectivity imaging with micro pixel chamber

物材機構¹, CROSS², 原子力機構³ ◯桜井健次¹, 蔣金星¹, 水沢まり^{2,1}, 伊藤崇芳²,

ジョセフ パーカー², 原田正英³, 及川健一³

NIMS¹, CROSS², JAEA³ ◯Kenji Sakurai¹, Jinxing Jiang¹, Mari Mizusawa^{2,1}, Takayoshi Ito²,

Joseph Parker², Masahide Harada³, Kenichi Oikawa³

E-mail: SAKURAI.Kenji@nims.go.jp

薄膜の機能は、その膜構造、界面構造に左右されることが多く、構造を評価、検証する技術は不可欠である。現状、電子顕微鏡等による断面観察が有力であるが、そのような断面方向の構造が試料内の位置により異なることが多くあり、不均一さの解析もきわめて重要である。特に非破壊的な測定法の登場は長く待望されていた。

本研究では、埋もれた界面を非破壊的に可視化するために、中性子が薄膜の表面、界面で反射する際に生じる投影像を用いた技術開発を継続的に行っている[1-2]。本技術の基盤をなす中性子反射率法は、原理原則上はX線反射率法に対して上位互換性を持ち、X線反射率法でわかることのほとんどは中性子反射率法でわかるばかりか、磁気構造解析や高分子の官能基の識別等、通常のX線反射率法ではわからないことまでわかるはずの本来は優れた計測手法である。実際の表面・界面のサイエンスの展開において、必ずしも十分に実力を発揮できていないのは、大きなビーム面積の使用を必要としながら、試料の不均一さに向き合えないことも含めた根源的な問題によると考えられる。中性子反射率イメージングの技術開発は、中性子反射率法のこれまでの限界を大きく取払うことにもつながると期待している。

今回、J-PARC/MLF反射率ビームラインBL10 (Noboru)において、高空間分解能の2次元中性子検出器であるマイクロピクセルチャンバー[3]を用い、図1のような実験レイアウトで中性子反射率イメージングの実験を試行した。多数収集した反射投影強度プロファイルから画像再構成を行う方法はX線反射率では既に成功を収めており[4-6]、中性子の場合にも適用は可能であるが[2]、空間分解能に課題が残されていた。マイクロピクセルチャンバーを用いた結果、以前に報告した BL17での実験と比較して、MWPCを使用した場合よりは明らかに良好であり、coded mask をスキャンさせて行った実験データに匹敵する結果が得られた。当日は、得られた画像を示し、空間分解能も含めた本技術の到達点を議論する。

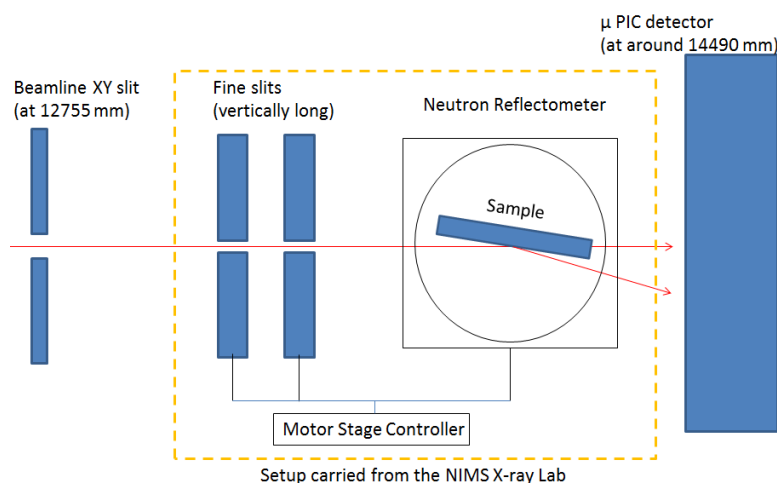


図1 中性子反射率イメージングの実験レイアウト

参考

- [1] 桜井、水沢、特許第 5825602 号「中性子線イメージングの方法及び装置」
- [2] 桜井他、中性子科学会年会 2016 年 12 月 (名古屋大学)
- [3] J.D. Parker et al., Nucl. Instrum. & Methods A697, 23 (2013).
- [4] J. Jiang, K. Hirano, and K. Sakurai, J. Appl. Phys. 120, 115301 (2016).
- [5] J. Jiang, K. Hirano, and K. Sakurai, J. Appl. Cryst. 50, 712-721 (2017).
- [6] J. Jiang and K. Sakurai, Rev. Sci. Instrum. 87, 93709 (2016).